

J. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan
Vol. I, n°1, Janvier 1991 : 1-8

**CONCENTRATIONS EN MERCURE DANS LES MUSCLES DE THONS ALBACORES
(THUNNUS ALBACARES) DU GOLFE DE GUINEE (1987-1988).**

Par

METONGO B.S. et K.F. KOUAMENAN
Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (COTE D'IVOIRE)
-----ooO-----

RESUME

Des échantillons de thons albacores (Thunnus albacares) pêchés dans l'Atlantique Tropical Est ont été analysés en vue de la détermination de mercure dans les muscles blanc et rouge.

Les résultats des dosages montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les concentrations en mercure dans les muscles blanc et rouge, et qu'il existe une corrélation significative entre les teneurs en mercure dans les deux types de muscles.

En outre, les concentrations observées dans le muscle blanc sont comparables à celles obtenues par Aldrin et al. en 1973. Il est donc probable que les concentrations de mercure observées soient liées à des phénomènes naturels plutôt qu'à des contaminations d'origine anthropogénique.

A titre comparatif, trois échantillons d'espadons (Xiphias gladius) ont été également analysés. Les résultats montrent que les teneurs dans les muscles d'espadons sont supérieures à celles des muscles du thon albacore.

Mots-clés : *Mercury, Thunnus albacares, Xiphias gladius, Muscle, Golfe de Guinée.*

**CONCENTRATIONS OF MERCURY IN THE MUSCLES OF ALBACORE TUNNY-FISH
(THUNNUS ALBACARES) FROM THE GULF OF GUINEA (1987-1988)**

ABSTRACT

Samples of albacore tunny-fish (Thunnus albacares) caught from East Tropical Atlantic areas have been analysed in white and red muscles in order to determine the concentration of mercury.

The results show that there are no significant difference between the mercury concentrations in the white and in the red muscles, and that a significant correlation exists between the mercury concentrations in the two types of muscles.

Besides, the mercury concentrations observed in the white muscles can be compared to those obtained by Aldrin et al. in 1973. Therefore, it is likely that the mercury concentrations observed are linked to natural phenomena rather than to contaminations of anthropogenic source.

In comparison, three samples of swordfish (Xiphias gladius) have also been analysed. The data show that the concentrations of mercury in the muscles of swordfish are higher than those from albacore tunny-fish.

Key words : *Mercury, Thunnus albacares, Xiphias gladius, Muscles, Gulf of Guinea.*

1 - GENERALITES

Après les événements tragiques de Minamata en 1953 au Japon, dus à une intoxication mercurielle des consommateurs de poissons et de coquillages contaminés par le méthylmercure (Tokuomi, 1969 ; Ui, 1971) une attention particulière a été portée au problème de la concentration de certains métaux dans les produits comestibles du milieu marin.

Les sources de contamination de l'environnement aquatique par les métaux sont d'origine naturelle ou anthropogénique (Thibaud, 1971 ; Aubert, 1975 ; GESAMP, 1982).

Les facteurs environnementaux ainsi que les transferts dus aux courants d'eau semblent jouer un rôle important dans la distribution des substances toxiques dans le milieu naturel et partant dans les poissons qui les accumulent, soit directement à partir de l'eau, soit à partir de leurs aliments, soit les deux à la fois (Michaël, 1985). L'examen géochimique indique que la plus grande partie du mercure dans le milieu marin est d'origine naturelle, notamment à partir des éruptions volcaniques (O.R.P., 1975 ; Gardner, 1975 ; Lopes, 1986). Les concentrations élevées de mercure observées chez les poissons pélagiques ne proviendraient pas toujours de la pollution. Cependant les teneurs enregistrées chez les prédateurs de la Méditerranée sont dues à une contamination industrielle locale et ceci a été confirmé par plusieurs auteurs (Thibaud, 1971 ; Aubert, 1975 ; Renzoni *et al.* 1979).

Le mercure est un contaminant qui s'accumule progressivement dans l'organisme hôte et par conséquent la teneur croît avec l'âge de l'organisme ingérant. Or les thons albacores sont des prédateurs migrateurs atteignant parfois 10 ans et se nourrissant de proies en relation avec leur taille. Ces proies, constituées essentiellement de poissons, de calmars et de crustacés, sont de plus en plus contaminées suivant leur taille (Thibaud, 1971 ; Cumont *et al.*, 1972 ; Marcille et Bour, 1981 ; GESAMP, 1986). Il est donc normal qu'on observe des teneurs plus élevées chez les Albacores les plus gros. Ceci confirme les résultats de Cross *et al.* (1973) chez le tassergal (*Pomatomus saltatrix*) et l'antimora bleu (*Antimora rostrata*), et de Romeril (1974) chez deux mollusques bivalves (*Mercenaria mercenaria* et *Cerastoderma edule*).

En Côte d'Ivoire et plus généralement dans les pays tropicaux d'Afrique, on connaît encore mal le taux de mercure dans les produits de pêche lagunaires et marins de consommation courante.

Notre étude se propose de déterminer la concentration mercurielle en fonction de la taille

du thon albacore (*Thunnus albacares*) qui constitue la plus forte proportion des thonidés débarqués au Port de Pêche d'Abidjan (100.000 tonnes). En outre, certains auteurs (Naeye, comm. pers.) suggéraient une différence de taux entre les muscles blanc et rouge du thon ; des échantillons dans ces deux types de muscles ont été prélevés en vue de comparaison.

Enfin, des espadons (*Xiphias gladius*), qui posent classiquement des problèmes de taux mercuriels dans leur chair, ont été également analysés à titre comparatif.

2 - MATERIEL ET METHODES

2.1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Les analyses ont porté sur 85 individus de thons albacores pêchés par des thoniers sennieurs dans l'Atlantique Tropical Est. Les thons sont congelés à bord dans de la saumure, débarqués au Port de Pêche d'Abidjan (Côte d'Ivoire) puis décongelés et dépecés en usine pour être mis en conserves. Les échantillons d'albacores ont été prélevés entre le dernier trimestre 1986 et le premier trimestre 1988.

Sur 52 individus les prélèvements ont été effectués uniquement dans le muscle blanc alors que sur les 33 autres les prélèvements ont été réalisés dans les muscles blanc et rouge de la queue afin de limiter la perte de la valeur commerciale des poissons.

A titre de comparaison, la chair de trois espadons a été analysée. L'espadon est un prédateur qui présente des taux de mercure relativement élevés dans sa chair. Ceci a été largement étudié devant le Canada et les Etats-Unis où les taux de mercure dépassaient 1 mg/kg en poids humide (Freeman et Horne, 1973 ; NMFS, 1978a ; O.R.P., 1975). Il était donc intéressant de vérifier si les espadons pêchés sur les côtes ivoiriennes présentaient la même caractéristique.

2.2. POIDS ET TENEUR EN EAU DES THONS ALBACORES

La détermination du poids des albacores a été faite d'après les tables de correspondance, longueur prédorsale-longueur à la fourche et poids, établies par Caverivière (1976). La précision du poids des individus échantillonnés était de ± 2 kg.

La teneur en eau des échantillons de thons a été déterminée par séchage à l'étuve (105-110°C) jusqu'à obtention d'un poids sec constant. Le taux moyen d'humidité des thons congelés avoisine 72,5% avec un coefficient de variation de 2,0%.

En outre, l'analyse du sel utilisé en saumure donne des taux mercuriels faibles (1,25 ng/g de sel en moyenne). La conservation des thons albacores dans la saumure n'a donc pratiquement aucun effet sur le taux de mercure dans la chair d'albacore.

2.3. METHODE D'ANALYSE

L'analyse a porté sur la matière fraîche et sur la matière sèche après lyophilisation et broyage dans un mortier en porcelaine afin d'obtenir une poudre homogène. Elle se déroule en deux temps:

- Une décomposition à chaud et en présence d'acide nitrique 65% d'un aliquot de 1 à 2,5 g de matière fraîche ou de 0,2 g de matière sèche dans des blocs en acier inoxydable comportant chacun neuf creusets en téflon de 35 ml avec couvercles. Cette décomposition de la matière organique a été effectuée selon la méthode de digestion par voie humide et sous pression décrite par Stoeppler et Backhaus (1978).

- Le dosage du mercure total par spectrophotométrie à absorption atomique (VARIAN, Série AA-1275) à 253,7 nm selon la technique de la "Vapeur froide" (UNEP, 1984). Ce dosage a été précédé de la réduction du mercure contenu dans le minéralisat par une solution de chlorure stanneux (20g de SnCl_2 dans 1% d'acide sulfurique) en présence de chlorure de sodium supra pur et de chlorure d'hydroxylamine (12 g respectivement) pour un volume de 100 ml de réactif. La vapeur du métal ainsi produite dans la chambre de réaction est entraînée par de l'azote dans la cellule de mesure en quartz placée dans le faisceau optique de l'appareil.

La calibration se réalise selon la technique des additions standard (Juilshamn et Braekkan, 1975). Le principe de cette méthode est une addition de standard à l'échantillon, de manière à obtenir une même interférence sur le standard que celle produite par la matrice de l'échantillon (Figure 1).

Pour chaque échantillon deux prises d'essai ont été effectuées pour la matière fraîche et une seule pour la matière sèche, chaque dosage étant répété deux fois. Toutes les concentrations ont été ensuite ramenées en mg/kg de poids frais.

3 - RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. DISTRIBUTION DES TAUX DE MERCURE EN FONCTION DE LA TAILLE DE L'ALBACORE

Les résultats d'analyse des échantillons sont portés sur la figure 2 et la distribution du mercure par classe de taille est donnée dans le tableau 1.

La relation entre la concentration en mercure et le poids des individus n'est pas linéaire, la teneur en mercure augmentant plus rapidement que le poids (figure 2). Une transformation logarithmique de la concentration en mercure rend sensiblement linéaire la relation ($r = 0,73$, $n = 85$) (figure 3). La corrélation entre la concentration en mercure et le poids a été déjà signalée chez l'albacore par Cumont *et al.* (1972), Aldrin *et al.* (1973), Aubert (1975) et par Menasveta et Siriyong (1977). Nos résultats sont comparables à ceux signalés dans la littérature notamment ceux d'Aldrin *et al.* (1973) (figure 2). Ceci tendrait à montrer que les sources de pollution mercurielle sur les rives du Golfe de Guinée n'ont pratiquement pas varié depuis 1973 ou n'ont que peu d'impact sur les thons albacores de la région. Il existe de fortes probabilités pour que les concentrations de mercure observées dans ces thons soient liées à des phénomènes naturels (biologie de l'espèce pour l'accumulation du mercure ; activités volcaniques et tectoniques pour l'origine du mercure...etc) plutôt qu'à des contaminations d'origine anthropogénique.

Des thons albacores (11 à 90 kg) pêchés aux Etats-Unis présentent des teneurs en mercure variant de 0,13 à 1,80 avec une moyenne de 0,77 mg/kg en poids humide. Pour les thons au-dessus de 50 kg, les concentrations en mercure varient de 0,66 à 1,68 avec une moyenne de 1,07 mg/kg en poids humide (Thibaud, 1971). Les teneurs observées dans nos échantillons de thons albacores (12 à 91 kg) varient de 0,10 à 1,21 avec une moyenne de 0,44 mg/kg en poids humide. Au-dessus de 50 kg le taux de Hg varie de 0,14 à 1,21 avec une moyenne de 0,50 mg/kg. Ceci confirme que pour des échantillons de taille comparable d'une même espèce la concentration en mercure varie selon les lieux de pêche et les niveaux de contamination de ces milieux aquatiques.

3.2. COMPARAISON DES CONCENTRATIONS EN MERCURE DES MUSCLES BLANC ET ROUGE CHEZ L'ALBACORE.

Les concentrations en mercure dans les muscles blancs varient de 0,10 à 1,21 avec une moyenne de 0,54 mg/kg de poids frais alors que les teneurs en mercure dans les muscles rouges ne varient qu'entre 0,12 et 1,00 avec une moyenne de 0,49 mg/kg de poids frais pour des thons de 17 à 91 kg.

Le test U de Mann et Whitney (1947) est l'un des tests non paramétriques de comparaison de deux moyennes et qui ne fait appel à aucune hypothèse sur la normalité des distributions ni sur l'égalité des variances, conditions exigées par le test paramétrique t classique (Siegel, 1956).

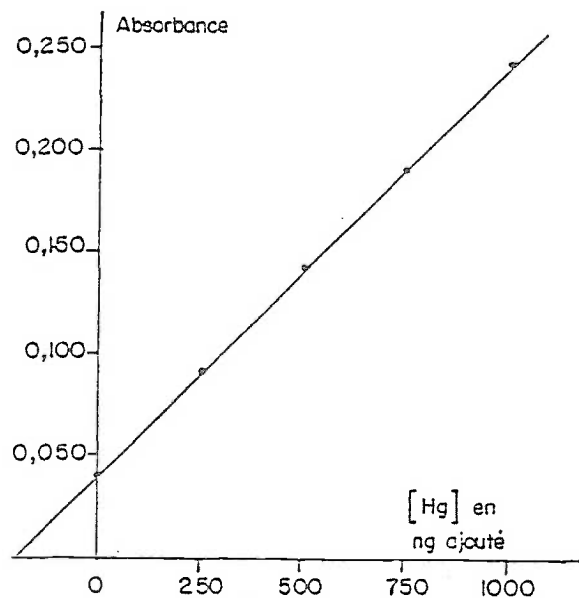


Figure 1 - Courbe de calibration pour la détermination du mercure par la méthode des additions standards.

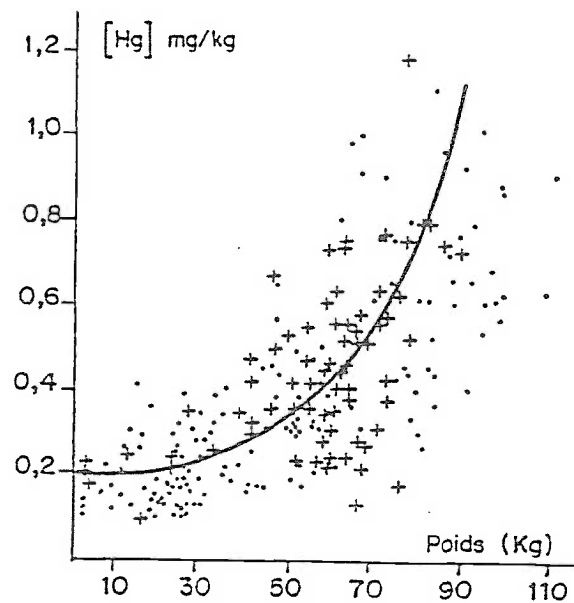
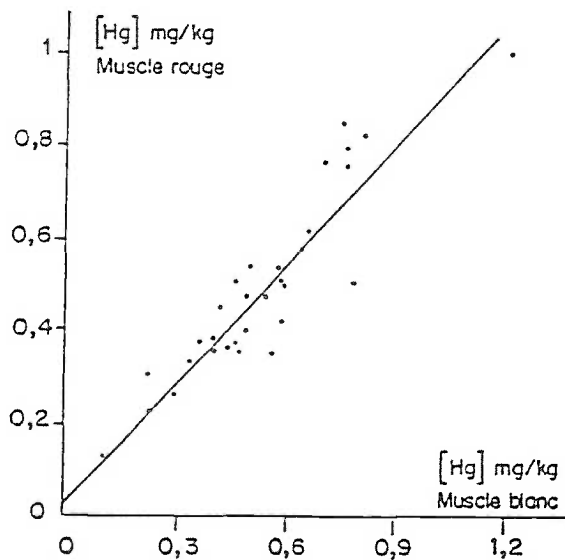


Figure 3 - Logarithme de la teneur en mercure du muscle blanc de l'albacore en fonction du poids.



● Muscle blanc de thons 1972-1973
D'après Aldrin *et al.* 1973).

+ Muscle blanc de thons 1986-1988
(Présente étude).

Figure 2 - Concentrations du mercure en fonction du poids dans les muscles d'Albacore.

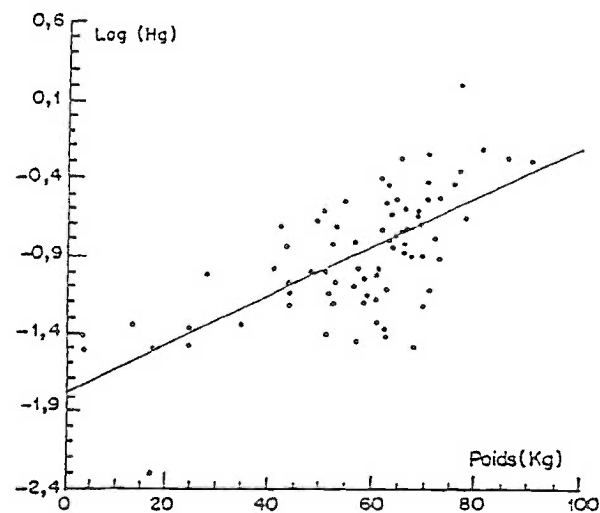


Figure 4 - Teneur en mercure du muscle rouge en fonction de la teneur en mercure du muscle blanc.

CLASSE DE POIDS (kg)	3-19	20-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-91
Nombre d'individus	6	4	8	13	24	10	4
Teneur moyenne en mercure (mg/kg de poids frais)	0,20	0,28	0,39	0,37	0,44	0,59	0,79
Ecart-type	0,06	0,06	0,08	0,10	0,15	0,26	0,03

Tableau 1 : Distribution du mercure (mg/kg de poids frais) par classe de poids chez l'albacore (muscles blancs).

Il est donc bien indiqué pour comparer les concentrations moyennes en mercure dans les muscles blanc et rouge chez le thon albacore. La différence entre les deux moyennes est non significative ($p = 0,2628 > 0,05$), l'hypothèse nulle peut donc être retenue (cf tableau 2).

Le tableau 3 donne la distribution du mercure dans les deux types de muscles par classe de taille chez l'albacore. Ces résultats confirment la variation de la teneur en mercure chez le thon albacore avec la taille. La figure 4 montre la bonne corrélation entre la teneur en mercure dans les types de muscles ($r = 0,92$ avec $n = 35$).

3.3. CONCENTRATIONS EN MERCURE CHEZ L'ALBACORE ET CHEZ L'ESPADON.

La chair et le foie de trois espadons ont été analysés. Ces espadons sont de petite taille certes mais ont des teneurs relativement élevées comme le montre le tableau 4.

Comme les thonidés, les xiphiidés ont des taux de mercure augmentant avec la taille et donc avec l'âge des individus (Aldrin *et al.*, 1973 ; O.R.P., 1975 ; GESAMP, 1986). A poids égal la teneur en mercure dans la chair de l'espadon semble plus élevée que chez l'albacore. Cette différence de taux pourrait s'expliquer par le jeu de facteurs physiologiques, biologiques et de régimes alimentaires.

Des thonidés et xiphiidés pêchés dans différentes mers du monde présentent des teneurs en mercure fonction des lieux de pêche et de l'espèce (tableau 5) (GESAMP, 1986).

4 - CONCLUSION

La teneur moyenne en mercure dans les tissus musculaires du thon albacore demeure inférieure aux normes limites de consommation de poissons admises actuellement dans certains pays d'Europe, aux Etats-Unis et au Canada (0,5 à 0,7 mg/kg de poids frais suivant les pays). L'accumulation en mercure chez le thon albacore étant proportionnelle au poids des individus, les gros individus présentent des teneurs supérieures à ces normes. Il est donc indispensable d'effectuer des contrôles rigoureux et fréquents sur ces gros poissons de valeur commerciale évidente afin d'éviter les risques d'intoxication.

Il n'existe pas de différence significative entre les concentrations en mercure des muscles blanc et rouge contrairement aux suggestions de certains auteurs tel que Naeve (comm. pers.).

La comparaison de nos résultats de dosage avec ceux d'Aldrin *et al.* (1973) dénote une parfaite similitude dans les teneurs en mercure du muscle blanc chez l'albacore à 15 années d'intervalle. Les concentrations en mercure observées chez le thon albacore en Golfe de Guinée pourraient donc être dues à des phénomènes naturels plutôt qu'à des activités humaines.

	Muscle Blanc	Muscle Rouge
Effectifs	35	35
Moyenne (mg/kg de poids frais)	0,54	0,49
Ecart-type	0,21	0,19
Test statistique du grand échantillon : $z = 1.12$		
Probabilité associée à z : $p = 0,2628$		
Décision : différence non significative à 5%		

Tableau 2 : Comparaison des moyennes selon le test U de Mann-Whitney.

CLASSE DE POIDS (kg)	17-32	60-69	70-79	80-91
Nombre d'individus	3	20	9	3
Teneur moyenne en mercure (mg/kg de poids frais) Muscle rouge	0,22	0,44	0,59	0,81
Ecart-type	0,09	0,14	0,19	0,05
Teneur moyenne en mercure (mg/kg de poids frais) Muscle blanc	0,18	0,50	0,67	0,78
Ecart-type	0,07	0,13	0,24	0,03

Tableau 3 : Distribution de mercure (mg/kg de poids frais)
par classe de poids chez l'albacore (muscles rouge et blanc).

POIDS (kg)	SEXE	MUSCLE	FOIE	VOLET VENTRAL
29	F	0,418	-	-
31	F	0,512	-	-
36	M	0,685	0,655	0,831

Tableau 4 : Concentrations en mercure chez l'espadon exprimées en mg/kg de poids frais.

Provenance	Thonidés	Xiphidés
Méditerranée	0,9 - 4,0	0,60 - 1,80
Atlantique	0,10 - 0,80	0,30 - 1,30
Pacifique	0,30	0,30

Tableau 5 : Concentrations en mercure (mg/kg de poids frais dans différents lieux de pêche.

BIBLIOGRAPHIE

- Aldrin J.F., P. Lemaître et A. Fonteneau, 1973.- Teneur en mercure du thon albacore (*Thunnus albacares*).
Rec. Méd. Vét., 149, 779-792.
- Aubert M., 1975.- Le problème du mercure en Méditerranée.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tomes XXXVII-XXXVIII, 215-231.
- Bacci E., G. Angotzi, A. Bralia, L. Lampariello et E. Zanette, 1976. Etude sur une population humaine exposée au méthylmercure par la consommation de poisson.
Rev. Int. Océanogr. Méd., Tomes XLI-XLII, 127-141.
- Caverivière A., 1976.- Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des Albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique.
Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr. Vol.3, 201-208.
- Cross F.A., L.H. Hardy, N.Y. Jones and R.T. Barber, 1973.- Relation between total body weight and concentrations of manganese, iron, copper, zinc and mercury in white muscle of blue fish (*Pomatomus saltatrix*) and bathyl-demersal fish (*Antimora rostrata*).
J. Fish. Res. Bd. Can. 30 (9), 1287-91.
- Cumont G., G. Viallex, H. Lelièvre et P. Bobenrieth, 1972.- Contamination des poissons de mer par le mercure.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tome XXVIII, 95-127.
- Freeman H.C. and D.A. Horne, 1973.- Sampling the edible muscle of the swordfish (*Xiphias gladius*) for total mercury analysis.
J. Fish. Res. Bd. Can. 30 (8), 1251-1252.
- Gardner D., 1975.- Observations on the distribution of dissolved mercury in the Ocean.
Mar. Poll. Bull. Vol.3, 43-46.
- GESAMP, 1982.- IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). The review of the Health of the Oceans.
Rep. Stud. GESAMP (15).
- GESAMP, 1986.- IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspect of Marine Pollution (GESAMP). The review of potentially harmful substances - Arsenic, Mercury and Selenium.
Rep. Stud. GESAMP (28).
- Julshamn K. and O.R. Braekkan, 1975.- Determination of trace elements in fish tissues by the standard addition method.
Atomic Absorpt. Newsletter, Vol. 14 (3), 49-52.
- Lopes H.M., 1986.- Problemas de poluição marinha de origem química. Teores de mercúrio em espécies pelágicas.
6 Semana das Pescas dos Açores. relatório, 115-124.
- Mann H.B., D.R. Whitney, 1947.- On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other.
Ann. Math. Statist., 18, 50-60.
- Marcille J. et W. Bour, 1981.- La pêche des thons de l'Océan Pacifique Tropical. Situation actuelle et perspectives de développement.
Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 134, 259 p.
- Menasveta P. and R. Siriyong, 1987.- Mercury content of several predacious fish in the Andaman sea.
Mar. Poll. Bull. (9), 200-204.

- Michaël W., 1985.- Biological availability of metals to marine organisms.
Mar. Poll. Bull. Vol. 16 (1), 7-11.
- NMFS, 1978a.- Significance of contaminants in Seafood. Contract Report n°7-35311. National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration DC, U.S. Department of Commerce.
- O.R.P., 1975.- Rétrospective 1971-1972. Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada, Ottawa.
- Renzoni A., E. Bacci and L. Falcial, 1973.- Mercury concentration in the water, sediments and fauna of an area of the tyrrherian coast.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tomes XXXI-XXXII , 17-47.
- Renzoni A., M. Bernhard, R. Sara and M. Stoeppler, 1979.- Comparison between the mercury concentration of *Thunnus thynnus* from the Mediterranean and the Atlantic.
IV Journées Etud. Pollutions Antalya, CIESM, Monaco, 255-260.
- Romeril M.G., 1974.- Trace metals in sediments and bivalve molluscs in Southampton water and the solent.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tome 33, 31-47.
- Siegel S., 1956.- Nonparametric statistics for the behavioral sciences.
McGraw-Hill Series in Psychology. 312 p.
- Stoeppler M. and F. Backhaus, 1978.- Pretreatment studies with biological and environment materials. I- New safe system for simultaneous multiple sample pressure digestion.
Fresenius Z. Anal. Chem., 291 : 116-120.
- Thibaud Y., 1971.- Teneur en mercure dans quelques poissons de consommation courante.
Science et Pêche, Bull. Inform. Doc. ISTPM n°209, 1-10.
- Tokuomi H., 1969.- Medical aspects of Minamata disease.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tomes XIII-XIV, 5-35.
- Ui J., 1971.- Mercury pollution of sea and fresh water. Its accumulation into water biomass.
Rev. Int. Océanogr. Méd. Tomes XXII-XXIII, 79-129.
- UNEP, 1984.- Determination of total mercury in selected marine organisms by cold vapour atomic absorption spectrophotometry.
Reference Methods for Marine Pollution Studies, n°8 Rev.1.
- Windom H., R. Stickney, R. Smith, D. White and Taylor, 1973.-Arsenic, copper, mercury and zinc in some species of North Atlantic finfish.
J. Fish. Res. Bd. Can. 30, 275-279.